

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-44054

(P2002-44054A)

(43)公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 4 J 13/04		H 0 4 B 1/04	E 5 K 0 0 4
H 0 4 B 1/04		H 0 4 J 1/02	5 K 0 2 2
H 0 4 J 1/02		H 0 4 L 27/20	Z 5 K 0 6 0
H 0 4 L 27/36		H 0 4 J 13/00	G
27/20		H 0 4 L 27/00	F
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁)			

(21)出願番号 特願2000-224176(P2000-224176)

(22)出願日 平成12年7月25日(2000.7.25)

(71)出願人 000001122

株式会社日立国際電気

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 佐々木 宏平

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際

電気株式会社内

(74)代理人 100097250

弁理士 石戸 久子 (外3名)

Fターム(参考) 5K004 AA05 AA08 FA05 FE07 FF00

FF05 JE00 JF00 JF04

5K022 AA02 AA04 AA10 AA12 EE02

EE22

5K060 CC04 CC11 DD04 EE05 FF06

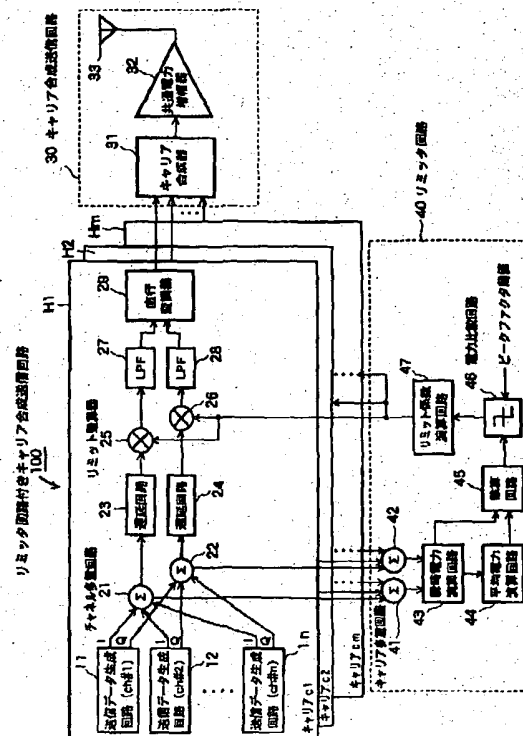
HH06 KK03 LL01 LL23

(54)【発明の名称】 リミッタ回路付きキャリア合成送信回路

(57)【要約】

【課題】 電力増幅部のダイナミックレンジを有効に活用して送信し、移動局のビット誤り率を低下できるリミッタ回路付きキャリア合成送信回路を提供する。

【解決手段】 この発明のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路100は、基地局からのマルチキャリア送信時に、リミッタ回路40が全キャリアを多重した信号に基づいて、その瞬時電力と平均電力との比率を瞬時ピークファクタとして算出し、その瞬時ピークファクタを基準値であるピークファクタ閾値と比較し、その結果に基づいて、リミット係数演算回路47がクリッピングの必要程度に適合したリミット係数を出力し、リミット乗算器25、26がそのリミット係数を用いてクリッピングを行うことにより、共通電力増幅器32のダイナミックレンジを有効に活用し、不要なクリッピングを行うことなく、移動局におけるビット誤り率を低下させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のキャリアに搬送される信号を合成し、電力増幅部の所定の増幅能力内で増幅して同時に送信するために、その増幅前に各キャリアが送信する瞬時電力にそれぞれ必要なクリッピングを与えるためのリミット係数をリミッタ回路が出力するリミッタ回路付きキャリア合成送信回路において、

前記リミッタ回路は、全キャリアを多重した信号に基づいて、その瞬時電力と平均電力との比率を瞬時ピークファクタとして算出し、その瞬時ピークファクタを基準値と比較することにより、クリッピングの必要程度に適合したリミット係数を出力することを特徴とするリミッタ回路付きキャリア合成送信回路。

【請求項2】 複数のキャリアのそれぞれに対応して設けられ、各キャリアによって搬送される複数のチャンネルの同相信号を多重化し、多重化同相信号として出力する第1のチャンネル多重回路と、各キャリアに対応して設けられ、前記複数のチャンネルの直交信号を多重化し、多重化直交信号として出力する第2のチャンネル多重回路と、第1、第2のチャンネル多重回路の出力である瞬時電力に基づいて、第1、第2のチャンネル多重回路の瞬時電力に対して加えるべき必要なクリッピングを指示するリミット係数を出力するリミッタ回路と、各キャリアに対応して設けられ、リミッタ回路からのリミット係数に基づいて、第1、第2の多重回路の瞬時電力に対してクリッピングを行うリミット処理回路と、各キャリアに対応して設けられ、リミット処理回路がクリッピングを行った多重化同相信号と多重化直交信号とにより直交変調を行う直交変調器と、各キャリアに対応して設けられた直交変調器からの出力を合成するキャリア合成器と、キャリア合成器の出力を電力増幅してアンテナから送信する共通電力増幅器とを有するリミッタ回路付きキャリア合成送信回路において、

前記リミッタ回路は、

各キャリアに対応してそれぞれ設けられた第1のチャンネル多重回路の出力を多重化する第1のキャリア多重回路と、

各キャリアに対応してそれぞれ設けられた第2のチャンネル多重回路の出力を多重化する第2のキャリア多重回路と、

第1、第2のキャリア多重回路の瞬時出力に基づいて、複数のキャリアに対応するそれぞれのリミット処理回路に与えるリミット係数を算出し、算出したリミット係数をそれぞれのリミット処理回路に与えるリミット係数出力回路とを有することを特徴とするリミッタ回路付きキャリア合成送信回路。

【請求項3】 前記リミット係数出力回路は、第1、第2のキャリア多重回路の瞬時出力に基づいて、全キャリアの瞬時出力を演算する瞬時電力演算回路と、第1、第2のキャリア多重回路の瞬時出力に基づいて、チップレ

ートに対して十分に長い区間重み付け平均を算出する平均電力演算回路と、瞬時電力と平均電力との比率を瞬時ピークファクタとして算出する除算回路と、算出された瞬時ピークファクタを基準値と比較する電力比較回路と、電力比較回路の比較結果からリミット係数を演算出力するリミット係数演算回路とを有する請求項2記載のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、リミッタ回路付きキャリア合成送信回路に関し、特に、複数のキャリアに搬送される信号を合成し、電力増幅部の所定の増幅能力内で増幅して同時に送信するために、その増幅前に各キャリアが送信する瞬時電力にそれぞれ必要なクリッピングを与えるためのリミット係数をリミッタ回路が出力するリミッタ回路付きキャリア合成送信回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のDS-CDMA (Direct Sequence Code Division Multiple Access=直接拡散符号分割多元接続) の移動通信システムの基地局送信機において、多数のユーザが下り回線を占有する場合、送信電力のピークが平均電力に対して突発的に増加すると、共通電力増幅部に与えるインパクトが問題となり、それに対処するために、ピーク電力を抑制するようにしている。このような従来例として、特開平11-313042号公報に記載された「無線通信装置」や図5に示されたリミッタ回路付きキャリア合成送信回路がある。この無線通信装置は、複数のキャリア周波数の送信信号に基づいてそれぞれのピーク電力を検出するピーク電力検出手段と、検出されたピーク電力が所定の値を超えたときに、ピーク電力を電力合成前に補正するピーク電力補正手段と、それぞれのキャリア周波数の送信信号を合成する合成手段とを使用することを開示している。図5のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路200も同様な思想によって構成されている。すなわち、図5のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路200においては、キャリアC1、C2、～、Cmのそれぞれに対応して同様な変調回路G1、G2、～、Gmが配置されている。

【0003】 各変調回路において、チャンネルCH#1、CH#2、～、CH#nに対応して送信データ生成回路111～11nが配置されている。チャンネル多重回路121は、送信データ生成回路111～11nが生成したQPSK変調信号の同相成分（以降、I成分と記す）を加算し、チャンネル多重回路122は、送信データ生成回路111～11nが生成したQPSK変調信号の直交成分（以降、Q成分と記す）を加算する。チャンネル多重回路121、122の加算結果は、遅延回路123、124およびリミッタ回路140に引き渡される。リミッタ回路140において、瞬時電力演算回路143は、チャンネル多重回路121、122が多重したI/Q振幅成分

をチップレートのサンプリング周波数で電力化し、瞬時電力を算出する。

【0004】平均電力演算回路144は、瞬時電力演算回路143からの瞬時電力をチップレートに対して十分に長い区間重み付け平均を算出する。除算回路145は、瞬時電力演算回路143および平均電力演算回路144の演算結果に基づいて、瞬時電力／平均電力（瞬時ピークファクタ）を算出する。電力比較回路146は、除算回路145からの瞬時ピークファクタと、上位から設定されるリミット電力閾値に対応するピークファクタ閾値とを比較する。リミット係数演算回路147は、瞬時ピークファクタとピークファクタ閾値との比較から、瞬時電力がリミット電力閾値を超えたか否かを判断し、瞬時電力をリミット電力閾値に保持するための乗算計数値であるリミット係数を算出する。

【0005】他方、遅延回路123、124は、リミッタ回路140のリミット係数演算回路147がリミット係数を算出するまで、チャネル多重回路121、122の出力である多重I/Q振幅成分に対する次の処理をバッファリングにより遅延させる。リミット乗算器125、126は、多重I/Q振幅成分の位相情報が変化し

$$A_i(t) = \sum_{k=1}^n D_i(k, t) \quad A_q(t) = \sum_{k=1}^n D_q(k, t) \quad 1 \leq k \leq n$$

... (1.1)

【0008】のように示される。図5のリミッタ回路140が無かった場合のコンステレーションを見ると、図6(a)の円で示すリミット電力閾値を超えるI/Q振幅成分がランダムに存在することが分かる。この場合、サンプリング時間に対する瞬時電力の関係を示している

$$P_{int}(t) = \sqrt{(A_i(t)^2 + A_q(t)^2)} \quad \dots (1.2)$$

【0010】のように示される。また、平均電力 $P_{avg}(t)$ は、フェージングの影響を緩和するために、瞬時電力をチップレートに対して十分に長い区間 T で平均

$$P_{avg}(t) = (1/T) \sum_{k=t}^{t+T} P_{int}(k) \quad \dots (1.3)$$

【0012】のように示される。したがって、サンプリング時間 t における瞬時ピークファクタ $PF(t)$ が平均電力 $P_{avg}(t)$ と瞬時電力 $P_{int}(t)$ とから求められる。瞬時ピークファクタの許容値は、共通電力増幅器の性能を決定する尺度であり、低いほど高効率化が可能となる。この場合、瞬時ピークファクタ $PF(t)$ は、下式のように示される。

$$PF(t) = 10 \log[P_{int}(t)/P_{avg}(t)] \text{ [dB]} \quad \dots (1.4)$$

【0014】リミット電力閾値 $P_{limit}(t)$ は、

$$Coef(t) = 1 \quad P_{int}(t) \leq P_{limit}(t)$$

ないように、対多重I/Q振幅成分にリミット係数をそれぞれ乗算し、必要な場合にはピーク電力をクリッピングする。LPF (Low Pass Filter=ローパスフィルタ) 127、128は、リミット乗算器125、126の出力を濾波し、所望の占有帯域幅に帯域制限する。直交変調器129は、LPF 127、128からのI/Q振幅成分を直交変調する。キャリア合成器131は、各キャリア C_1, C_2, \dots, C_m に関する直交変調器129からの複数の直交変調信号を合成する。共通電力増幅器132は、キャリア合成器131が合成した結果を電力増幅して、アンテナ133から各移動局に向けて送信する。

【0006】図5のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路200の動作について、さらに説明する。この場合、シングルキャリア送信、全チャネル等電力と仮定し、サンプリング時間 t におけるチャネル n の送信データを $D_i(n, t), D_q(n, t)$ とすると、チャネル n からチャネル n の多重I/Q振幅成分 $A_i(t), A_q(t)$ は、下式

【0007】

【数1】

のが図6(b)である。上述の場合、瞬時電力 $P_{int}(t)$ は、下式

【0009】

【数2】

化した値であるから、下式

【0011】

【数3】

通常上位レイヤによって制御されるピークファクタ閾値 $PF_{thrsh} \text{ [dB]}$ によって算出される。すなわち、下式のように示される。

【0015】

$$P_{limit}(t) = P_{avg}(t) \times 10^{PF_{thrsh}/10} \quad \dots (1.5)$$

【0016】リミットレベル係数 $Coef(t)$ は、瞬時電力とリミット電力閾値との大小関係によって決定される。すなわち、下式のように示される。

【0017】

$$\text{Coef}(t) = \text{Plimit}(t) / \text{Pint}(t) \quad \text{Pint}(t) > \text{Plimit} \quad \cdots (1 \cdot 6)$$

【0018】そして、最終的にリミットレベル係数との乗算により、リミット電力閾値を超えた瞬時電力は、リミット電力閾値にクリッピングされる。この場合、リミット処理後の多重I/Q振幅成分を $A_i'(t)$ と A

$$A_i'(t) = A_i(t) \times \text{Coef}(t) \quad A_q'(t) = A_q(t) \times \text{Coef}(t) \quad \cdots (1 \cdot 7)$$

【0020】図7(a)のリミット回路有りのコンステレーションで分かるようにリミット電力閾値を超えた多重I/Q振幅成分は、位相回転せずに原点方向に振幅制限される。また、図7(b)のサンプリング時間に対する瞬時電力の関係から分かるように、リミット電力閾値が小さくなれば、それだけクリッピングされる瞬時電力の発生頻度が増加することとなる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の基地局送信機のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路においては、各キャリア毎に独立に瞬時ピークファクタを制御することが可能であったが、複数キャリア合成の無線周波数信号に関する瞬時ピークファクタの制御はしていなかった。したがって、キャリア合成による瞬時ピークファクタの増加分を想定して、リミットレベルを可能な規定値より予め低く設定する必要がある、後段の電力増幅器のダイナミックレンジを有効に活用できないという問題がある。このようにして、クリッピングする振幅レベルが増加すると、送信データに対するビット誤りを増加させるので、ひいては、移動局受信部のビット誤り率の特性を劣化させることとなる。

【0022】この発明は、上記の問題を解決すべくなされてものであって、基地局のマルチキャリア送信時に、全キャリアを合成した信号に基づいて、その瞬時電力と平均電力との比率を瞬時ピークファクタとして算出し、その瞬時ピークファクタを基準値と比較することにより、クリッピングの必要程度に適合したリミット係数を出力し、共通電力増幅部のダイナミックレンジを有効に活用して高効率化を図ることができ、リミットレベルの最適化を通じて、隣接チャネル漏洩電力特性の向上および移動局におけるビット誤り率の特性向上を図ることができるリミッタ回路付きキャリア合成送信回路を提供することを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】前述した課題を解決するために、この発明は、複数のキャリアに搬送される信号を合成し、電力増幅部の所定の増幅能力内で増幅して同時に送信するために、その増幅前に各キャリアが送信する瞬時電力にそれぞれ必要なクリッピングを与えるためのリミット係数をリミッタ回路が出力するリミッタ回路付きキャリア合成送信回路において、前記リミッタ回路は、全キャリアを多重した信号に基づいて、その瞬時電力と平均電力との比率を瞬時ピークファクタとして算出し、その瞬時ピークファクタを基準値と比較することに

$q'(t)$ とにすると、下式のように示すことができる。

【0019】

より、クリッピングの必要程度に適合したリミット係数を出力する。

【0024】このような構成によれば、リミッタ回路は、全キャリアを多重した信号に基づいて、その瞬時電力と平均電力との比率を瞬時ピークファクタとして算出し、その瞬時ピークファクタを基準値と比較した結果によって、クリッピングの必要程度に適合したリミット係数を出力する。そして、リミッタ回路付きキャリア合成送信回路は、このリミット係数に基づいて、それぞれのキャリアにおける瞬時電力に必要なクリッピングを行うので、クリッピングを行った後の各キャリアを合成した後の送信信号は、電力増幅部の所定の増幅能力を最大有効に利用する状態となっている。

【0025】そして、この発明の実施の形態では、複数のキャリア C_1, C_2, \dots, C_m に搬送される信号をキャリア合成器31で合成して電力増幅器32の所定の増幅能力内で同時に送信するために、各キャリア C_1, C_2, \dots, C_m が送信する瞬時電力にそれぞれ必要なクリッピングを与えるリミット係数をリミッタ回路40が出力するリミッタ回路付きキャリア合成送信回路100において、前記リミッタ回路40は、全キャリア C_1, C_2, \dots, C_m を多重した信号に基づいて、その瞬時電力と平均電力との比率を瞬時ピークファクタとして算出し、その瞬時ピークファクタを基準値と比較することにより、クリッピングの必要程度に適合したリミット係数を出力する。したがって、リミッタ回路付きキャリア合成送信回路100は、このリミット係数に基づいて、共通電力増幅器32による電力増幅を行う前に、リミット乗算器25、26によりそれぞれのキャリア C_1, C_2, \dots, C_m の瞬時電力に対する必要なクリッピングを行うので、クリッピングを行った後に、キャリア合成器31が各キャリアを合成した後の送信信号は、共通電力増幅器32の所定の増幅能力を最大有効に利用する状態となっている。

【0026】また、この発明は、複数のキャリアのそれぞれに対応して設けられ、各キャリアによって搬送される複数のチャネルの同相信号を多重化し、多重化同相信号として出力する第1のチャネル多重回路と、各キャリアに対応して設けられ、前記複数のチャネルの直交信号を多重化し、多重化直交信号として出力する第2のチャネル多重回路と、第1、第2のチャネル多重回路の出力である瞬時電力に基づいて、第1、第2のチャネル多重回路の瞬時電力に対して加えるべき必要なクリッピングを指示するリミット係数を出力するリミッタ回路と、各

キャリアに対応して設けられ、リミッタ回路からのリミット係数に基づいて、第1、第2の多重回路の瞬時電力に対してクリッピングを行うリミット処理回路と、各キャリアに対応して設けられ、リミット処理回路がクリッピングを行った多重化同相信号と多重化直交信号とにより直交変調を行う直交変調器と、各キャリアに対応して設けられた直交変調器からの出力を合成するキャリア合成器と、キャリア合成器の出力を電力増幅してアンテナから送信する共通電力増幅器とを有するリミッタ回路付きキャリア合成送信回路において、前記リミッタ回路は、各キャリアに対応してそれぞれ設けられた第1のチャンネル多重回路の出力を多重化する第1のキャリア多重回路と、各キャリアに対応してそれぞれ設けられた第2のチャンネル多重回路の出力を多重化する第2のキャリア多重回路と、第1、第2のキャリア多重回路の瞬時出力に基づいて、複数のキャリアに対応するそれぞれのリミット処理回路に与えるリミット係数を算出し、算出したリミット係数をそれぞれのリミット処理回路に与えるリミット係数出力回路とを有する。

【0027】さらに、この発明において、前記リミット係数出力回路は、第1、第2のキャリア多重回路の瞬時出力に基づいて、全キャリアの瞬時出力を演算する瞬時電力演算回路と、第1、第2のキャリア多重回路の瞬時出力に基づいて、チップレートに対して十分に長い区間重み付け平均を算出する平均電力演算回路と、瞬時電力と平均電力との比率を瞬時ピークファクタとして算出する除算回路と、算出された瞬時ピークファクタを基準値と比較する電力比較回路と、電力比較回路の比較結果からリミット係数を演算出力するリミット係数演算回路とを有する。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について添付図面に基づいて説明する。図1は、この発明のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路の実施の形態を示す回路ブロック図、図2ないし図4は、図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路の動作を説明するための図である。図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路100は、DS-CDMAやMC-CDMAの移动通信システムの基地局送信機等に使用することを目的とするものであって、複数のキャリアC1、C2、～、Cmにそれぞれ対応する複数の変調回路H1、H2、～、Hmと、それぞれの変調回路H1、H2、～、Hmにリミット係数を与えるリミッタ回路40と、それぞれの変調回路H1、H2、～、Hmからの直交変調出力を合成してアンテナから送信するキャリア合成送信回路30とから構成されている。

【0029】図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路100は、これに限定されるわけではないが、変調回路H1、H2、～、Hmが同じ形式で構成されているものとする。例えば、変調回路H1、H2、～、Hmの

それぞれは、チャンネルch#1、ch#2、～、ch#nに対応して、同相成分(I成分)と直交成分(Q成分)とからなるQPSK変調信号である送信データを生成する送信データ生成回路11～1nを有している。チャンネル多重回路21は、送信データ生成回路11～1nが生成した各チャンネルのI成分を加算し、チャンネル多重回路22は、送信データ生成回路11～1nが生成した各チャンネルのQ成分を加算する。チャンネル多重回路21、22の出力は、遅延回路23、24に与えられるとともに、リミッタ回路40のキャリア多重回路41、42にそれぞれ与えられる。

【0030】リミッタ回路40において、キャリア多重回路41は、有効なキャリアC1、C2、～、Cmに関する変調回路H1、H2、～、Hmの各チャンネル多重回路21の出力であるI成分を加算(多重)する。同様に、キャリア多重回路42は、有効なキャリアC1、C2、～、Cmに関する変調回路H1、H2、～、Hmの各チャンネル多重回路22の出力であるQ成分を加算する。瞬時電力演算回路43は、キャリア多重回路41、42がそれぞれ多重したI/Q振幅成分をチップレートのサンプリング周波数で電力化し、瞬時電力を算出する。平均電力演算回路44は、瞬時電力演算回路43からの瞬時電力をチップレートに対して十分に長い区間重み付け平均を算出する。

【0031】除算回路45は、瞬時電力演算回路43および平均電力演算回路44の演算結果に基づいて、瞬時電力/平均電力(瞬時ピークファクタ)を算出する。電力比較回路46は、除算回路45からの瞬時ピークファクタと、上位から設定されるピークファクタ閾値(リミット電力閾値から算出される)と比較する。リミット係数演算回路47は、電力比較回路46による瞬時ピークファクタとピークファクタ閾値との比較から、瞬時電力がリミット電力閾値を超えたか否かを判断し(後述)、瞬時電力をリミット電力閾値に保持するための乗算計数値であるリミット係数を算出する。

【0032】他方、変調回路H1、H2、～、Hmにおいては、リミット係数演算回路47がリミット係数を算出するまで、遅延回路23、24がチャンネル多重回路21、22の出力である多重I/Q振幅成分に対する次の処理をバッファリングにより遅延させている。リミット乗算器25、26は、多重I/Q振幅成分の位相情報が変化しないように、対多重I/Q振幅成分に対し、リミット係数演算回路47からのリミット係数をそれぞれ乗算し、ピーク電力に対して、必要なクリッピングを行う。LPF(Low Pass Filter=ローパスフィルタ)27、28は、リミット乗算器25、26の出力を濾波し、所望の占有帯域幅に帯域制限する。直交変調器29は、LPF27、28からのI/Q振幅成分を直交変調する。

【0033】キャリア合成送信回路30のキャリア合成

器31は、各キャリアC1, C2, ..., Cmに関する各直交変調器2.9からの複数の直交変調出力を合成する。共通電力増幅器32は、キャリア合成器31が複数の直交変調出力を合成した結果を電力増幅して、アンテナ33から各移動局に向けて送信する。このように、図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路100において、リミッタ回路40が全てのキャリアC1, C2, ..., Cmを合成し、全体をチェックした結果に基づいて各キャリアにおける瞬時ピークファクタに関する制御を行っている。したがって、従来のようにキャリアC1, C2, ..., Cmのそれぞれに対して独立に瞬時ピークファクタを制御することはしないので、キャリア合成による瞬時ピークファクタの増加分を予め想定して、リミッ

$$A1i(t) = \sum_{k=1}^n D1i(k, t) \quad A1q(t) = \sum_{k=1}^n D1q(k, t) \quad 1 \leq k \leq n$$

... (2.1)

【0036】のように示される。また、キャリアC2のチャンネル多重後の多重I/Q振幅成分A2i(t), A2q(t)は、下式

$$A2i(t) = \sum_{k=1}^n D2i(k, t) \quad A2q(t) = \sum_{k=1}^n D2q(k, t) \quad 1 \leq k \leq n$$

... (2.2)

【0038】のように示される。各キャリアC1, C2の瞬時電力Pint1(t), Pint2(t)は、下式

$$Pint1(t) = \sqrt{(A1i(t)^2 + A1q(t)^2)}$$

$$Pint2(t) = \sqrt{(A2i(t)^2 + A2q(t)^2)}$$

... (2.3)

【0040】のように示される。図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路100において、マルチキャリアがキャリアC1, C2であるときに、もし、リミッタ回路40が無いものとする、キャリアC1およびキャリアC2のサンプリング時間に対する瞬時電力の関係はそれぞれ、図2(a)および図2(b)のように示される。なお、有効なチャンネル数や各チャンネルの送信電力値により、瞬時電力は異なるので、平均電力Pavg1(t)およびPavg2(t)は、各キャリア独立となる。キャリア多重後の瞬時電力Pint_comb(t)と、瞬時ピークファクタPFcomb(t)と、リミット電力閾値Plimit_comb(t)との

$$Pavg_comb(t) = (1/T) \sum_{k=t}^{t-T} Pint_comb(k) \quad \dots (2.5)$$

$$PFcomb(t) = 10 \log[Pint_comb(t)/Pavg_comb(t)] \text{ [dB]} \quad \dots (2.6)$$

$$Plimit_comb(t) = Pavg_comb(t) \times 10^{PFthrsh/10} \quad \dots (2.7)$$

ト電力閾値を規定値より低く設定する必要がなく、後段の共通電力増幅器32のダイナミックレンジを有効に活用できる。

【0034】上述のマルチキャリア合成送信回路100の動作について図2ないし図4を参照してさらに詳しく説明する。ここでは、説明を簡単にするため、2キャリア送信と仮定する。キャリアC1における、サンプリング時間tのnチャンネル送信データをD1i(n, t), D1q(n, t)とすると、チャンネル#1からチャンネル#nの多重I/Q振幅成分A1i(t), A1q(t)は、下式

【0035】

【数4】

【0037】

【数5】

【0039】

【数6】

算出方法は、従来のリミッタ回路におけると同様であり、瞬時電力は、図2(c)に示されるように変動する。なお、キャリア多重後の瞬時ピークファクタの値は、共通増幅器前段の無線周波数信号における瞬時ピークファクタの値と等価となり、ピークファクタ閾値PFthrsh [dB]によりピーク電力の抑制が可能となる。式で示せば、

【0041】

$$Pint_comb(t) = Pint1(t) + Pint2(t) \quad \dots (2.4)$$

【数7】

【0042】となる。したがって、キャリア多重後の瞬時電力とリミット電力閾値との大小関係によって、全キャリア共通のリミット係数 $\text{Coef_comb}(t)$ が決定され

$$\text{Coef_comb}(t) = 1$$

ただし、 $\text{Pint_comb}(t) \leq \text{Plimit_comb}(t)$

$$\text{Coef_comb}(t) = \text{Plimit_comb}(t) / \text{Pint_comb}(t)$$

ただし、 $\text{Pint_comb}(t) > \text{Plimit_comb}(t)$

・・・(1・6)

【0044】このようなリミット処理後における多重I/Q振幅成分を $A1i'(t)$ 、 $A1q'(t)$ および $A2i'(t)$ と $A2q'(t)$ とにすると、下式のよ

$$A1i'(t) = A1i(t) \times \text{Coef_comb}(t)$$

$$A1q'(t) = A1q(t) \times \text{Coef_comb}(t)$$

$$A2i'(t) = A2i(t) \times \text{Coef_comb}(t)$$

$$A2q'(t) = A2q(t) \times \text{Coef_comb}(t)$$

【0046】ここで、従来のシングルキャリアに対応したリミッタ回路を用いるリミッタ回路付きキャリア合成送信回路200と、この発明のマルチキャリアに対応したリミッタ回路を用いるリミッタ回路付きキャリア合成送信回路100とを比較すると、従来のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路200においては、図3(a)および図3(b)のように、キャリア独立に上位レイヤによって設定されるピークファクタ閾値(リミット電力閾値を決定する)で制御可能であるが、キャリア合成器による複数キャリア合成時には、図3(c)に示されるように、瞬時電力は、実際に使用可能なリミット電力閾値より低いピーク値に納まるように制御されている(すなわち、共通電力増幅器の増幅能力より低く制御されている)。このことは、クリッピングが必要でないI/Q成分にまで振幅制限を加えていることとなり、全送信データに対して誤ったビットを挿入する結果となる。

【0047】上述の場合と違って、本発明のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路100によれば、図4

(c)に示されるように、実際に使用可能なリミット電力閾値を一杯に使用可能としている(すなわち、共通電力増幅器の増幅能力を十分に利用している)。換言すれば、図4(a)および図4(b)に示されるように、キャリア独立という観点から見れば、図3(a)および図3(b)で示されるごとく、リミット電力閾値を超える瞬時電力があるが、複数キャリア(マルチキャリア)多重後において、使用可能なリミット電力閾値を超える場合にのみ、個々のキャリアの瞬時電力をクリッピングしているので、実際に使用可能なリミット電力閾値を一杯に使用しているとともに、クリッピングが必要でないI/Q成分に振幅制限を加えることがない。なお、上記のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路100において、LPF27、28をD/A変換後のアナログ部で構成すれば、FIRフィルタを用いるような多大なゲート数を必要とせず、ハード規模の削減が可能である。

【0048】

【発明の効果】この発明のリミッタ回路付きキャリア合

る。すなわち、リミット係数 $\text{Coef_comb}(t)$ は、下式のように示される。

【0043】

うに示することができる。

【0045】

・・・(2・9)

成送信回路は、以上において説明したように構成されているので、MC-CDMA等の基地局のマルチキャリア送信時に、全キャリアを多重した信号に基づいて、その瞬時電力と平均電力との比率を瞬時ピークファクタとして算出し、その瞬時ピークファクタを基準値であるピークファクタ閾値と比較することにより、クリッピングの必要程度に適合したリミット係数を出力し、共通電力増幅部のダイナミックレンジを有効に活用して高効率化を図ることができる。また、このようなリミット係数の最適化を通じて、隣接チャネル漏洩電力特性の向上および移動局におけるビット誤り率の特性向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路の実施の形態を示す回路ブロック図である。

【図2】(a)は、図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路において、リミッタ回路が無かった場合、キャリアC1の瞬時電力がサンプリング時間に対して有する関係を示すグラフである。(b)は、図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路において、リミッタ回路が無かった場合、キャリアC2の瞬時電力がサンプリング時間に対して有する関係を示すグラフである。(c)は、図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路において、リミッタ回路が無かった場合、キャリアC1、C2が多重された後において、多重されたキャリアC1、C2の瞬時電力がサンプリング時間に対して有する関係を示すグラフである。

【図3】(a)は、図2におけると同様なキャリアC1に個別にリミット電力閾値によりクリッピングを行うとした場合の状態を説明するグラフである。(b)は、図2におけると同様なキャリアC2に個別にリミット電力閾値によりクリッピングを行うとした場合の状態を説明するグラフである。(c)は、(a)および(b)に示されるようにクリッピングを行ったキャリアC1、C2を多重した場合に、多重されたキャリアC1、C2の瞬時電力がサンプリング時間に対して有する関係を示すグ

ラフである。

【図4】(a)は、図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路において、キャリアC1の瞬時電力がサンプリング時間に対して有する関係を示すグラフである。

(b)は、図1のリミッタ回路付きキャリア合成送信回路において、キャリアC2の瞬時電力がサンプリング時間に対して有する関係を示すグラフである。(c)は、

(a)および(b)に示されるようにクリッピングを行ったキャリアC1、C2を多重した場合に、多重されたキャリアC1、C2の瞬時電力がサンプリング時間に対して有する関係を示すグラフである。

【図5】リミッタ回路付きキャリア合成送信回路の従来例を示す回路ブロック図である。

【図6】(a)は、図5のリミッタ回路が無かった場合のコンステレーションを示す図である。(b)は、

(a)に関し、瞬時電力がサンプリング時間に対して有

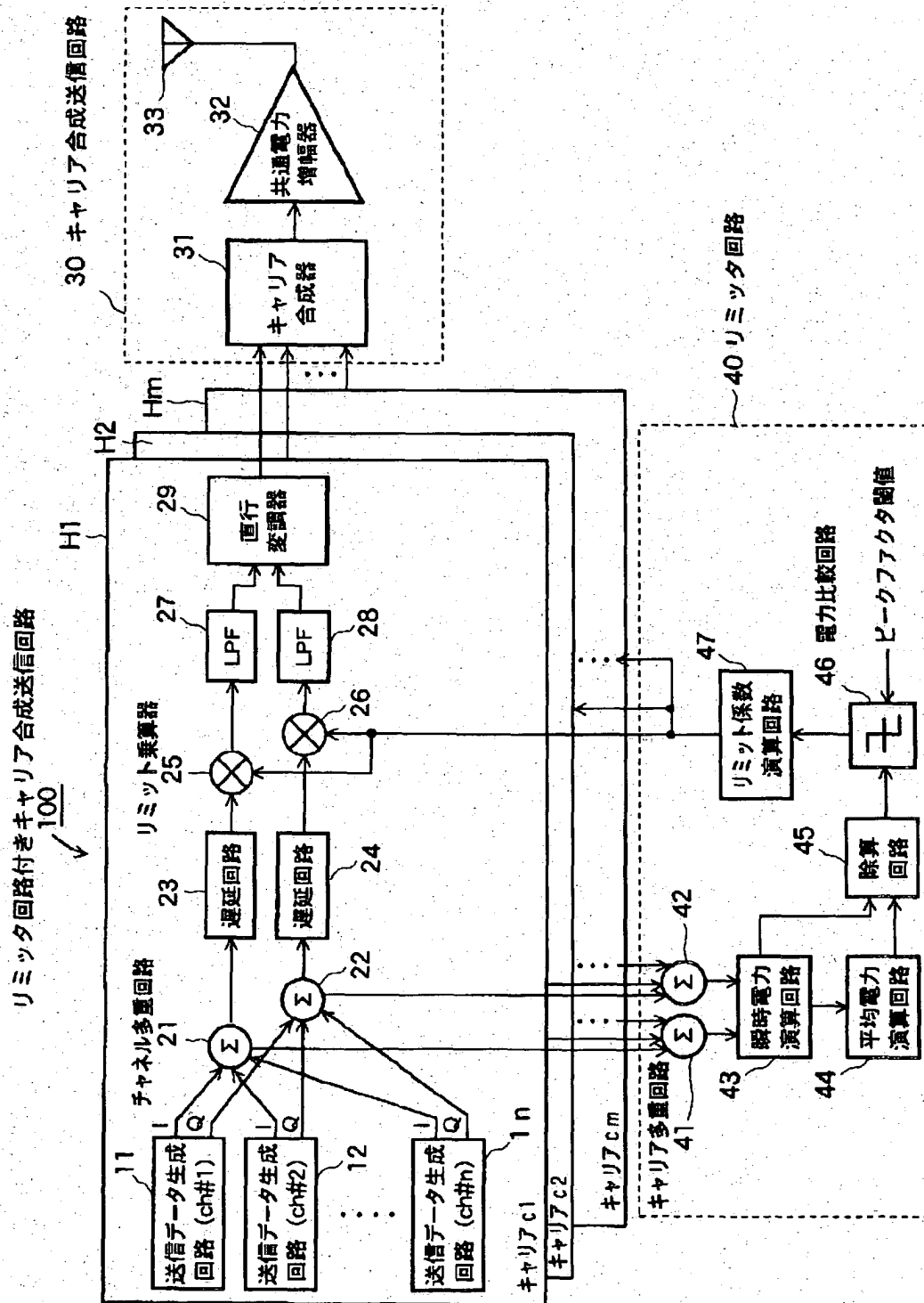
する関係を示すグラフである。

【図7】(a)は、図5におけるコンステレーションを示す図である。(b)は、(a)に関し、瞬時電力がサンプリング時間に対して有する関係を示すグラフである。

【符号の説明】

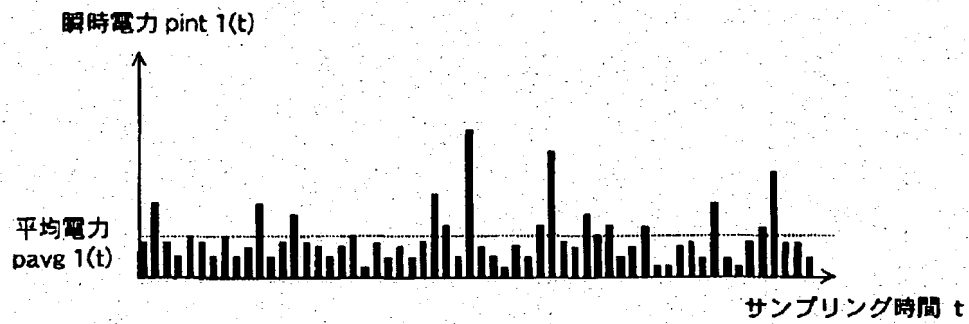
11, 12, ..., 1n 送信データ生成回路、21, 22 チャンネル多重回路、23, 24 遅延回路、25, 26 リミット乗算器、27, 28 LPF、29 直交変調器、30 キャリア合成送信回路、31 キャリア合成器、32 共通電力増幅器、33 アンテナ、40 リミッタ回路、41, 42 キャリア多重回路、43 瞬時電力演算回路、44 平均電力演算回路、45 除算回路、46 電力比較回路、47 リミット係数演算回路。

【図1】

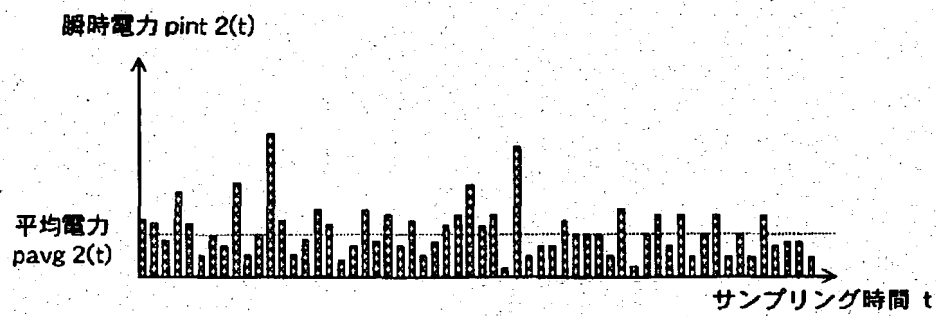


【図 2】

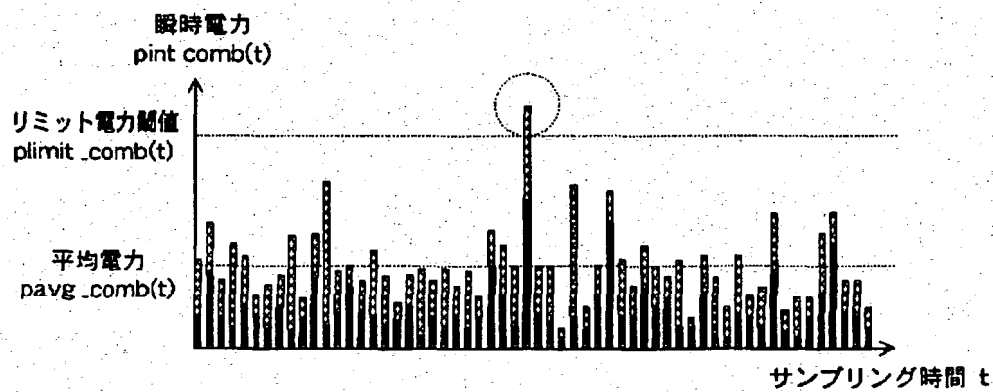
(a)



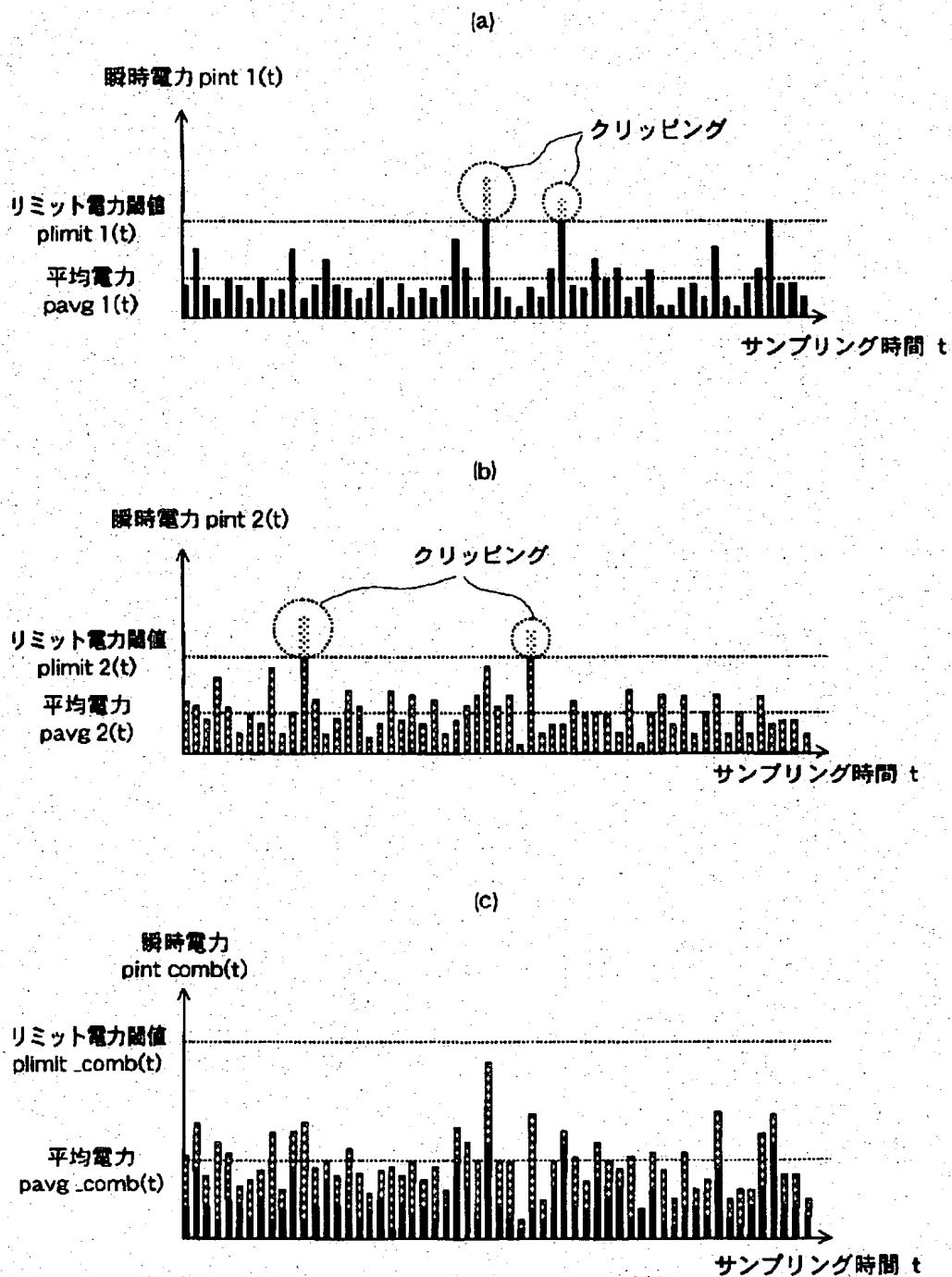
(b)



(c)

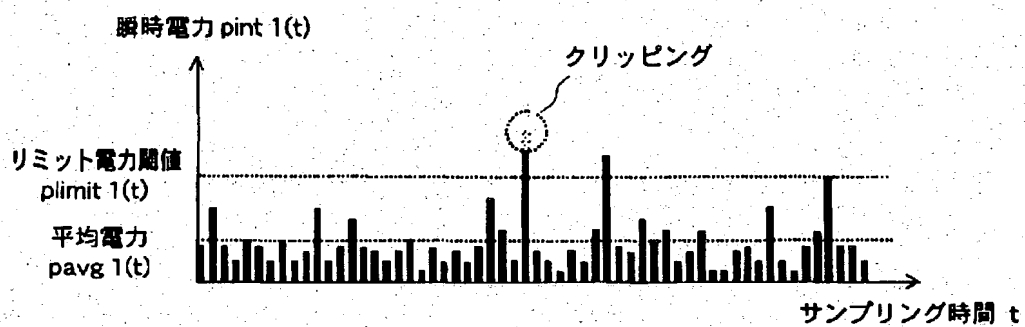


【図 3】

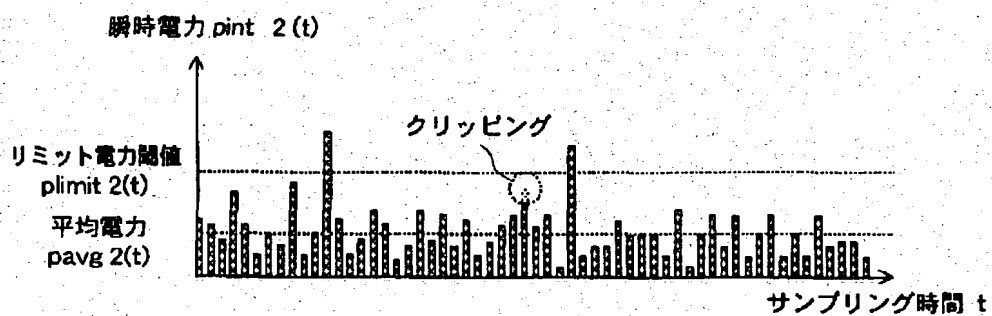


【図4】

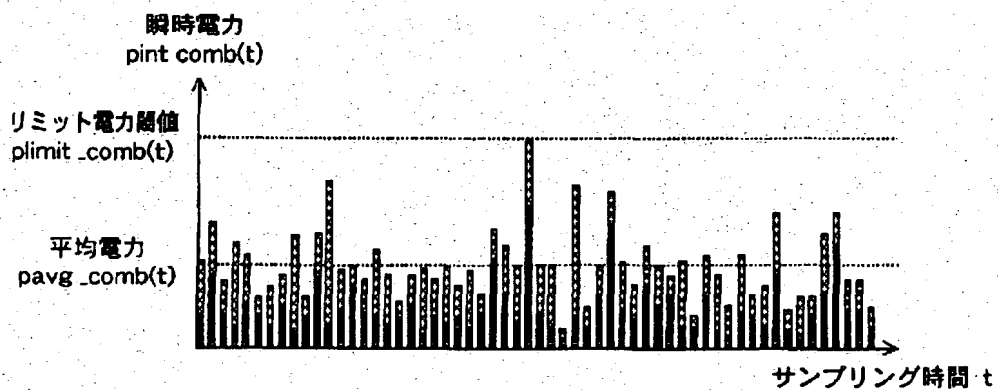
(a)



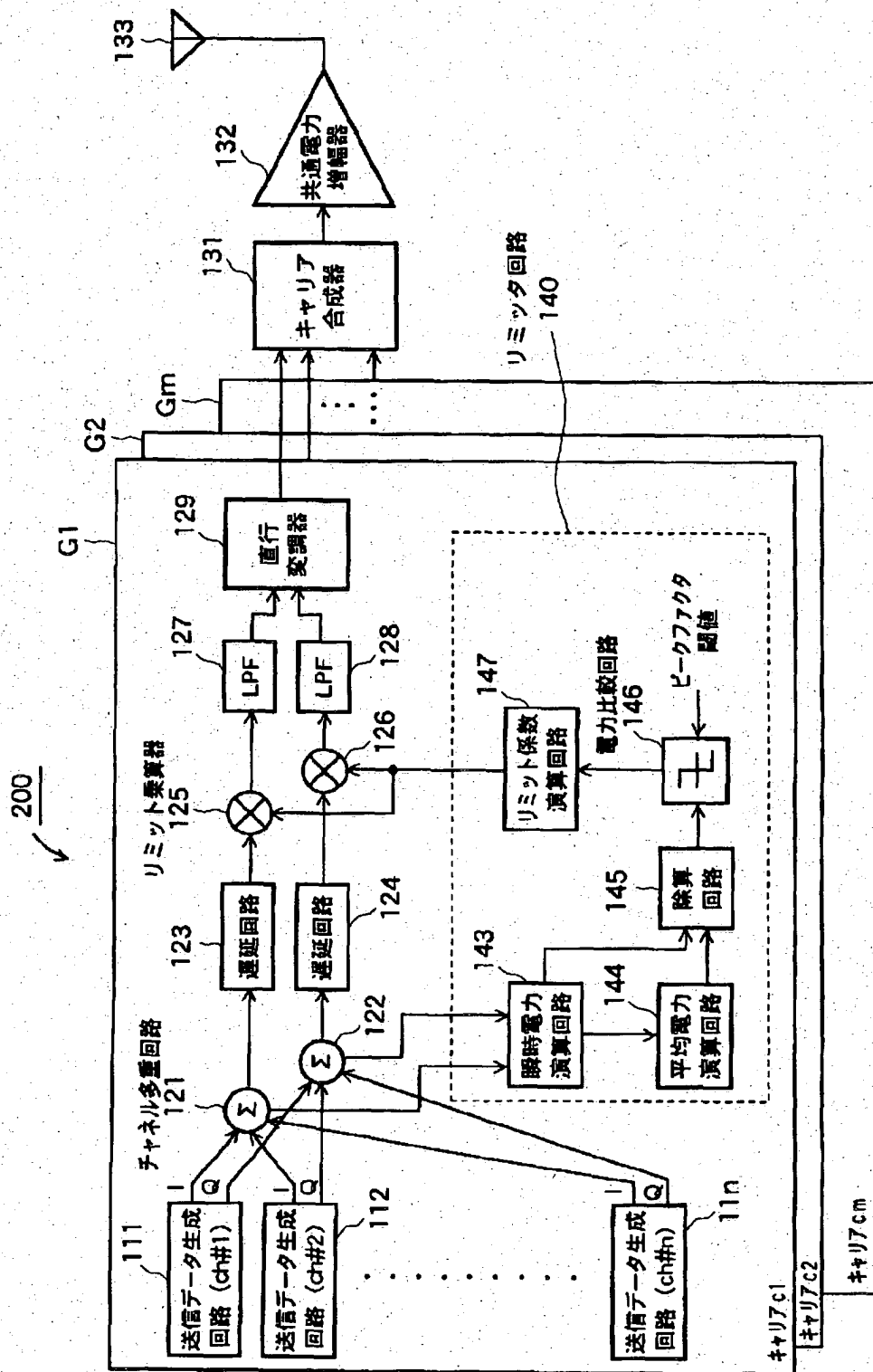
(b)



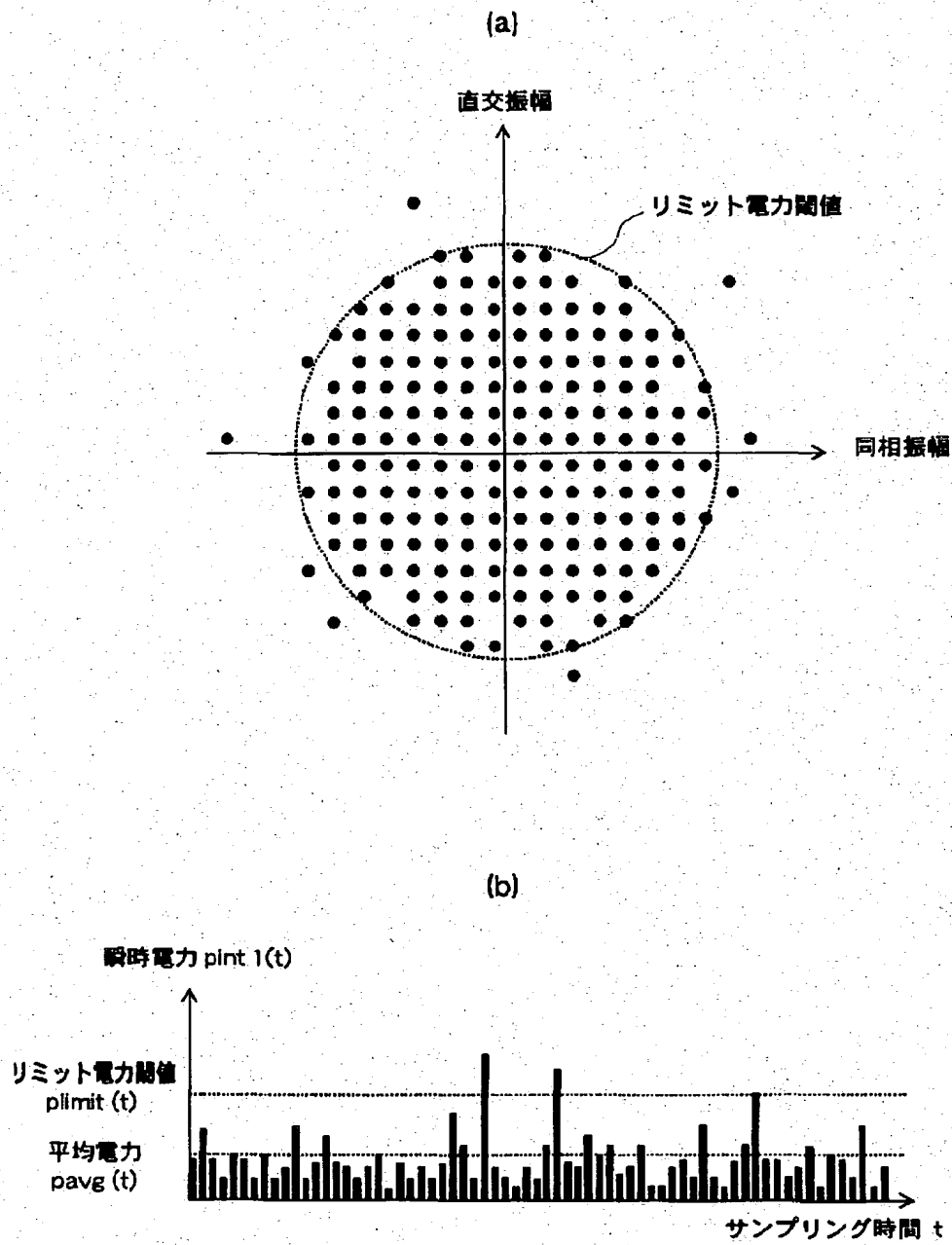
(c)



【図5】



【図6】



【図 7】

